

SESSION DE L'AXE 4
JOURNEES NATIONALES MACS

Conférence plénière

**LPV/LFT MODELING AND
IDENTIFICATION : OVERVIEW AND
PERSPECTIVES**

MARCO LOVERA

Dipartimento di Elettronica e Informazione
Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci 32
20133 Milano, Italy
lovera@elet.polimi.it

The process of developing mathematical models of physical systems is a complex one, which in general implies a careful combination of prior knowledge coming from the physics of the system under study with information coming from experimental data.

This problem is particularly critical in view of the application of the derived models to robust and gain-scheduled control system design.

With specific reference to the derivation of Linear Parametrically-Varying (LPV) models, two classes of approaches have been developed in the literature, which might be classified as white- and black-box, respectively, as methods belonging to the former class rely on physical modelling, while methods belonging to the latter are entirely based on experiments.

Each of the two classes of methods can provide a solution for specific problems, but fail whenever the user could (or should) beneficially exploit information from both prior physical knowledge and experiments.

Combining these two strongly heterogeneous types of information corresponds to the so-called problem of grey-box model identification (see, for example, (Bohlin 2006)).

As recently discussed in (Ljung 2008), the critical issue in the development of an effective approach to grey-box modelling lies in the integration of existing methods and tools for physical systems modeling and simulation with equivalent methods and tools for parameter estimation.

More precisely, it is very difficult to define approaches to each of the two sides of the grey-box modelling problem which lend themselves to easy and natural integration: on one hand, formulating the parameter estimation problem directly at the level of a general purpose simulation environment leads to an optimisation problem which can be ill-posed and in general hard to manage; on the other hand, using a black-box model structure for parameter

estimation leads to difficulties when it comes to incorporating prior information and physical insight in the model.

In this talk, the following points will be developed and discussed:

- An overview of the existing literature on control-oriented white- and black-box modelling will be given, with specific reference to LPV systems.
- Results obtained in the challenging problem of experimental LPV modelling for the dynamics of Web applications will be presented (see, e.g., (Abdelzaher et al. 2003) and (Tanelli et al 2008)).
- An approach to the problem of integrated modelling and identification of physical systems will be proposed, based on the use of object-oriented modelling and symbolic manipulation techniques. In short, the proposed approach can be described as follows (Casella Lovera 2008):
 - Develop a physical model for the system under study, trying to isolate as clearly as possible the uncertain parameters the value of which might have to be fine tuned using information from experimental data.
 - Use symbolic manipulation techniques to bring the physical model in Linear Fractional Transformation (LFT) form, more suitable for parameter estimation.
 - Estimate the uncertain or unknown parameters using input-output data collected in dedicated experiments.

References

- J.S.T. Abdelzaher, C. Lu, R. Zhang, and Y. Lu, "Feedback Performance Control in Software Services," IEEE Control Systems Magazine, vol. 23, no. 3, pp. 21–32, 2003.
- T. Bohlin, "Practical Grey-box Process Identification: Theory and Applications", Springer-Verlag, 2006.
- F. Casella and M. Lovera, "LPV/LFT modelling and identification: overview, synergies and a case study", 2nd IEEE Multi-conference on Systems and Control, San Antonio, USA, 2008.
- L. Ljung, "Perspectives on system identification", IFAC World Congress, Seoul, South Korea, 2008.
- M. Tanelli, D. Ardagna, and M. Lovera, "On- and off-line model identification for power management of web service systems", 47th IEEE Conference on Decision and Control, Cancun, Mexico, 2008.

Premier exposé

DIAGNOSTIC DE DEFAILLANCES DES SYSTEMES AVEC LA REDONDANCE DES MESURES : APPROCHE STATISTIQUE

IGOR NIKIFOROV

Université de Technologie de Troyes, Institut Charles Delaunay
LM2S, FRE CNRS 2848
12, rue Marie Curie - BP 2060 10010 Troyes Cedex - France
<mailto:nikiforov@utt.fr>

La conception d'algorithmes de surveillance nécessite la maîtrise de deux exigences essentielles contradictoires qui sont, d'une part, une «sensibilité» suffisante aux défaillances que l'on veut détecter et localiser et, d'autre part, une «insensibilité» suffisante aux paramètres de nuisance (perturbations, erreurs et incertitudes).

Les communautés Automatique et Traitement du Signal ont développé des approches différentes de la surveillance pour obtenir de meilleures performances. La communauté Automatique génère essentiellement des indicateurs de défaillance par exploitation de propriétés géométriques associées aux modèles déterministes. Se basant sur une approche statistique de la surveillance, la communauté Traitement du Signal pose le problème directement au niveau du résultat de la procédure de décision en présence de paramètres de nuisance. Les tests obtenus prennent en compte la partie stochastique du système mais les aspects géométriques liés à la structure des modèles sont moins développés.

Nos objectifs sont d'étendre la technique unifiée de détection et de localisation de défaillance dans un système avec la redondance des mesures. Dans un premier temps nous considérerons les systèmes linéaires statiques et dynamiques avec perturbations et défaillances additives. Les différents problèmes de décision : hors ligne, en ligne, à hypothèses binaires, à hypothèses multiples, seront envisagés. Les critères pourront être : i) probabilistes (probabilité de fausse alarme, de non-détection) ; ii) temporels (retard à la détection, intervalle entre fausses alarmes). Nous allons comparer les démarches d'optimisation proposées par les automaticiens et les démarches de conception d'une décision optimale statistique.

Ensuite, la technique unifiée de détection et de localisation de défaillance dans un système avec la redondance des mesures sera généralisée au cas de paramètres de nuisance/défaillances bornés. L'élaboration d'un processus de détection, que l'on souhaite optimal, commence souvent par une élimination à l'aide de la théorie de tests invariants de paramètres jugés non informatifs dans la mesure où ceux-ci ne sont pas directement accessibles par le biais d'observations. Cependant, ces paramètres de nuisance, qui sont nécessaires à la modélisation de l'évolution d'un système, ont souvent une signification physique qui permet de fixer des bornes à leur évolution (puissance d'un moteur, altitude d'un avion...). Ceci représente une information dont la prise en compte pourrait améliorer les performances des tests visant à détecter les défaillances dans des systèmes dynamiques très divers.

Second exposé

APPORT DE L'INGENIERIE DIRIGEE PAR LES MODELES DANS LES PROCESSUS DE GENERATION DES MODELES DE COMMANDE DES SED

PASCAL BERRUET & JEAN-FRANÇOIS PETIN

Lab-STICC
UMR 3192, UBS, CNRS
Centre de Recherche - BP 92116
56321 Lorient Cedex
pascal.berruet@univ-ubs.fr

Centre de Recherche en Automatique de Nancy
UMR 7039 Nancy-Université, CNRS
Faculté des sciences, BP 239
54506 Vandœuvre-lès-Nancy
jean-francois.petin@cran.uhp-nancy.fr

L'objectif des approches de conception de la commande de SED est de s'assurer que les modèles de commande couplés aux modèles du système à commander (ou modèles de procédé) respectent bien les propriétés spécifiées. Deux familles d'approches sont développées aussi bien en France qu'au niveau international : les méthodes par raffinement parmi lesquelles les approches dites de synthèse sont les plus répandues et les méthodes par assertion reposant sur une vérification a posteriori des modèles.

Les approches de synthèse de la commande ont pour objectif de générer automatiquement des modèles de commande étant, par construction, sûrs, réactifs et sans blocage à partir de la formalisation des comportements attendus et de la dynamique du système physique à commander. L'exemple type de cette famille d'approche est la *Supervisory Control Theory* proposée par Ramadge et Wonham dans les années 80. Le gros avantage des approches de synthèse est la rigueur de leur démarche qui permet de garantir le respect de propriétés de sûreté et de vivacité d'une part et le respect des spécifications d'autre part. L'inconvénient de ces approches est leur difficulté à traiter des systèmes complexes de part leur taille ou de part l'expressivité requise pour construire les modèles.

La deuxième famille d'approches pour la conception de la commande repose sur des méthodes d'ingénierie plus classiques visant à assurer le respect d'exigences au cours du cycle de développement d'un système automatisé au travers de modèles plus ou moins formels permettant : d'identifier et de formaliser les exigences relatives au système à automatiser, d'allouer ces exigences sur les fonctions et/ou composants d'une architecture de commande, de concevoir les comportements élémentaires des composants et enfin de valider par simulation et/ou de vérifier formellement lorsque cela est possible les solutions issues du processus de conception. Le principal avantage de ce type d'approche est qu'elle reste très pragmatique mais reste confrontée à une difficulté majeure : comment garantir la cohérence (ou l'équivalence) sémantique entre les modèles fonctionnels, structurels et/ou comportementaux utilisés lors des différentes phases du cycle de vie (approches multi-modèles, niveaux d'abstraction, ...) ?

L'objectif de la présentation est de montrer comment les derniers développements autour de l'utilisation des techniques issues de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM) permettent d'apporter des réponses aux problèmes notamment d'erreur de transcription dans le processus

de raffinage sémantique des modèles ou plus généralement de cohérence entre les différents modèles, de nature ou de niveaux d'abstraction hétérogènes, obtenus au cours du processus de génération de la commande. Enfin, nous montrerons comment ces techniques peuvent contribuer au processus de validation/vérification d'un système de commande complexe intégrant plusieurs composantes disciplinaires (automatique, informatique, génie électrique, électronique, ...) en permettant de générer automatiquement différents modèles métier à partir d'un même modèle source.